ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais

PCS 2059 - Inteligência Artificial

1a. Lista de Exercícios

Prof. Responsável: Jaime Simão Sichman

A. Introdução à IA

1. Descreva resumidamente o que é o Teste de Turing.

B. Representação por Espaço de Estados

2. Defina com suas próprias palavras os termos a seguir: estado, espaço de estados, árvore de busca, estado objetivo, função objetivo, ação, função sucessor e fator de ramificação. Exemplifique esses conceitos modelando aplicando-os ao problema das n rainhas.

C. Busca Cega

3. Faça uma análise comparativa entre *busca em profundidade* e *busca em largura* em termos de completeza e otimalidade da solução, complexidade temporal e espacial. Suponha que os custos de caminho entre estados vizinhos sejam iguais.

4. Seja o problema a ser resolvido: dado uma tabuleiro de 1 única linha e 5 posições, duas fichas brancas e duas pretas, deseja-se colocar as fichas pretas entre as fichas brancas. Um exemplo de solução está mostrado na figura .

Figura1: Exemplo de solução do problema a ser resolvido no ex. 4.

Inicialmente, as fichas brancas estão à esquerda, as pretas à direita e existe um intervalo vazio bem no meio do tabuleiro. Duas operações são permitidas: escorregar uma ficha para o intervalo vazio ou fazê-la saltar sobre outra, indo para o intervalo vazio. Ambas operações provocam mudanças na posição da ficha movimentada e na localização do intervalo vazio. Represente este problema por busca em espaço de estados, e, imaginando que o algoritmo não mantém estados repetidos na árvore de busca, solucione-o por:

a) Busca em largura;
b) Busca em profundidade;

c) Caso não seja possível guardar os estados repetidos, qual dos dois tipos de busca seria o mais apropriado? Por quê?

5. Imagine um programa que receba como entrada 2 URLs de páginas da Web encontre um caminho de links de uma até a outra. Apresente uma estratégia de busca apropriada para a resolução deste problema. A busca bidirecional é uma boa idéia? Um mecanismo de busca na Internet poderia ser usado para implementar uma função predecessora?

D. Busca Informada e Busca Local

6. Pode-se modelar um labirinto por um grafo usando um vértice para representar o ponto de partida, um para o ponto de chegada, e um para cada fim de linha ou ponto de bifurcação, conectando-os de acordo com os caminhos dentro do labirinto. Os valores das arestas representam os custos de transição entre os vértices, dados pela distância entre esses pontos no labirinto. Pede-se:

a) Construa um grafo para o labirinto abaixo representado na figura 2, medindo as distâncias entre os pontos de interesse com uma régua;
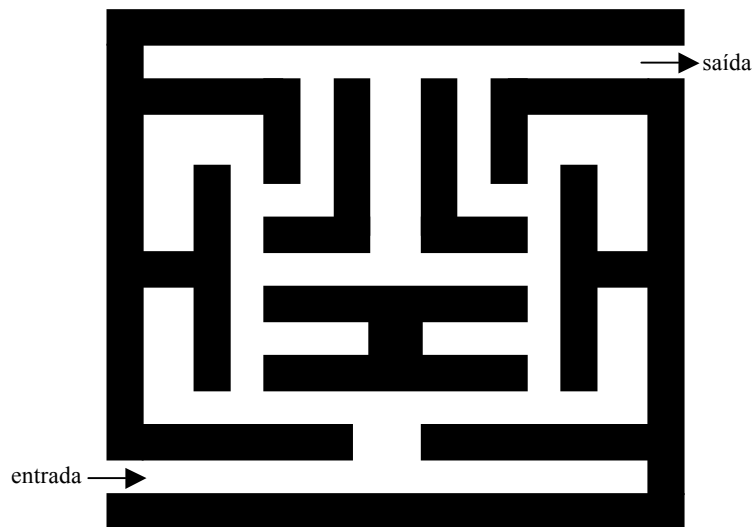
Figura2: Exemplo de labirinto a ser resolvido no ex. 6.

b) Encontre a saída do labirinto com uma busca de custo uniforme, supondo que os estados percorridos podem ser guardados, informando o custo total;

c) Encontre a saída do labirinto por busca pela melhor escolha, supondo que os estados percorridos podem ser guardados, informando o custo total;

d) Encontre a saída do labirinto por busca A*, supondo que os estados percorridos podem ser guardados, informando o custo total.

7. Forneça o nome do algoritmo que resulta de cada um dos seguintes casos especiais:

a) Busca em feixe local com k = 1;

b) Busca em feixe local com $k = \infty$;
c) Têmpera simulada com $T = 0$ em todos os momentos;
d) Algoritmo genético com tamanho de população $N = 1$.

8. Proponha uma modelagem para o problema do caixeiro viajante de forma que seja solucionado através de cada umas das seguintes técnicas:
a) Busca cega (a de sua escolha);
b) Busca informada (a de sua escolha, inclusive a função heurística);
c) Busca local (a de sua escolha).

E. Problemas de satisfação de restrições

9. Forneça formulações precisas para cada um dos problemas a seguir como problema de satisfação de restrições:
a) Criação de planta-baixa retilínea: encontrar posições não-superpostas em um retângulo grande para vários retângulos menores;
b) Escalonamento de aulas: existe um número fixo de professores e salas de aula, uma lista de aulas a serem oferecidas, e uma lista de tempos vagos possíveis para as aulas. Cada professor tem um conjunto de aulas que ele pode ministrar.

10. Resolva o problema criptoaritmético abaixo, utilizando retrocesso (*backtracking*), verificação prévia (*foward checking*) e as heurísticas de variável mais restritiva e mais restringida.

Que valores devem ter as letras F, T, U, W, R e O de tal modo que a conta TWO+TWO = FOUR seja verdadeira. (OBS.: duas letras distintas não podem ter valores iguais)

```
  T W O
+ T W O
-------
F O U R
```

Variables: $F\ T\ U\ W\ R\ O\ X_1\ X_2\ X_3$
Domains: $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$
Constraints

$$2O = R + X_1$$
$$2W + X_1 = U + X_2$$
$$2T + X = O + X_3$$
$$X_3 = F$$

F. Jogos

11. Prove a seguinte afirmativa: para toda árvore de jogo, a utilidade obtida por MAX usando decisões de minimax contra um MIN não ótimo nunca será mais baixa que a utilidade obtida no jogo contra um MIN ótimo. Você poderia apresentar uma árvore de jogo em que MAX pudesse atuar ainda melhor usando uma estratégia *não-ótima* contra um MIN *não-ótimo*?

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais

12. Considere o jogo da velha. Definimos X_n como o número de linhas, colunas ou diagonais com exatamente *n* valores de **X** e nenhum de **O**. De modo semelhante, O_n é número de linhas, colunas ou diagonais com exatamente *n* valores de **O** e nenhum de **X**. A função utilidade atribui +1 a qualquer posição na árvore do jogo com X_3=1 e –1 a qualquer posição com O_3=1. Todas as outras posições terminais têm utilidade 0. No caso de posições não terminais, utilizamos uma função de avaliação linear definida como $Aval(s)=3X_2(s)+X_1(s) - (3O_2(s)+O_1(s))$.

a) Monte a árvore de jogo inteira a partir de um tabuleiro vazio até a profundidade 2 (isto é, um **X** e um **O** no tabuleiro), levando em conta a simetria (por exemplo, na primeira jogada, um **X** em qualquer uma das quinas é equivalente);
b) Aproximadamente, quantas possíveis árvores de busca existem para o jogo da velha (sem contar a simetria)?
c) Marque em sua árvore as avaliações de todas as posições na profundidade 2;
d) Usando o algoritmo minimax, marque em sua árvore os valores propagados de volta para as posições nas profundidades 1 e 0, e utilize esses valores para escolher o movimento inicial;
e) Faça um círculo em torno dos nós na profundidade 2 que não seriam avaliados se a poda alfa-beta fosse aplicada, supondo que os nós fossem gerados na ordem ótima para poda alfa-beta.